1990-2019 年中国蛋白质-能量营养不良发病趋势分析及预测

10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0556

王红心[1]，樊文龙[1]，杨晓雨[1]，陈东宇[1]，黄巧[1]，潘素跃[1]，王朴[1]，胡敏[1]，何玉清[1,2*]

基金项目：国家自然科学基金（81773312）；广东省"扬帆计划引进紧缺拔尖"人才项目（201433005）；东莞市社会发展科技重点项目（20211800905552）

1.523808 广东东莞，广东医科大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系 广东医科大学医学系统生物学研究所；2.523400 广东东莞，东莞市寮步医院皮肤科

*通信作者：何玉清，研究员，博士研究生导师；E-mail：dr.hyq@hotmail.com

【摘要】 背景 蛋白质-能量营养不良（Protein-energy malnutrition，PEM）是常见的营养缺乏症之一，随着生活方式以及饮食习惯的改变，人们日益增加了对营养健康问题的关注度，而该疾病可对不同年龄人群的健康产生不同程度影响。近年来发病趋势，不同年龄的发病状况及相关预测有待分析研究。**目的** 通过对 1990 年至 2019 年中国 PEM 的发病和变化趋势进行分析，了解不同年龄的 PEM 发病状况，并预测到 2029 年的未来趋势，为 PEM 的预防提供依据。**方法** 根据 2019 年全球疾病负担（GBD 2019）研究的数据，利用 Joinpoint 软件，对 1990~2019 年 PEM 各年龄段发病率以及年龄标准化发病率拟合对数线性模型，分析其变化趋势。用年度百分比变化（Annual percentage change，APC）和年度平均百分比变化（Average annual percentage change，AAPC）以及 95%置信区间（Confidence interval,CI）来描述每个指标的趋势。利用 ARIMA 模型，预测了中国 2020~2029 年 PEM 的发病率趋势。**结果** 2019 年中国全人群 PEM 标化发病率为 1996.5/10 万，男性高于女性，小于 5 岁人群 PEM 发病率最高（4402.5/10 万），其次是 80~84 岁，5 岁以后，无论男女其发病率均随年龄的不断增加而增高。中国 PEM 标化发病率结果显示：1990~1995 年和 2010~2014 年中国 PEM 标化发病率呈现下降趋势。中国 PEM 年龄别发病率结果显示：1990~2019 年小于 5 岁的人群以年平均变化 2.1%的速度下降，其余各年龄段年均变化呈现整体平稳上升趋势。通过 ARIMA 模型预测结果显示，到 2029 年，中国的 PEM 发病率将达到 7280.06/10 万。**结论** 1990 年以来，中国 PEM 发病率一直呈现平稳上升的趋势。并且到 2029 年，在中国大陆的发病率仍会继续上升。本研究将会为制定相关政策提供参考，为 PEM 的预防提供依据。

【关键词】 蛋白质-能量营养不良；发病；趋势；Joinpoint 回归模型；ARIMA 模型

Trend analysis and forecast of protein-energy malnutrition incidence in China from 1990-2019

WANG Hongxin[1],FAN Wenlong[1],YANG Xiaoyu[1],CHEN Dongyu[1],HUANG Qiao[1],PAN Suyue[1],WANG Pu[1],HU Min[1],HE Yuqing[1,2]*

1.*Department of Epidemiology and Medical Statistics, Institute of Medical Systems Biology, Guangdong Medical University, Dongguan, 523808, China;*

2.*Dermatological Department, Liaobu Hospital, Dongguan, Guangdong 523400, China*

[*]*Corresponding author: HE Yuqing, Researcher，Doctoral supervisor；Email: dr.hyq@hotmail.com*

【Abstract】Background Protein-energy malnutrition (PEM) is one of the common nutritional deficiencies, and with changes in lifestyle and dietary habits, people are increasingly concerned about nutritional health issues, and the disease can affect the health of different age groups to varying degrees. Recent trends in morbidity, age-specific morbidity status and related predictions need to be analyzed and studied.**Objective** Protein-energy malnutrition (PEM) is one of the common nutritional deficiencies. By analyzing the incidence and changing trends of PEM in China from 1990 to 2019, we can understand the incidence of PEM at different ages and predict the future trends until 2029, and provide a basis. **Methods** Based on data from the Global Burden of Disease 2019 (GBD 2019) study, a log-linear model was fitted to the incidence

、

rate of PEM by age and the age-standardized incidence rate from 1990 to 2019 using Joinpoint software to analyze the trends. Annual percentage change (APC) and average annual percentage change (AAPC) and 95% confidence intervals(95%CI) were used to describe the trends of each indicator. Using the ARIMA model, the trend of PEM incidence in China from 2020 to 2029 was predicted. **Results** The standardized incidence of PEM in the whole population in China in 2019 was 1996.5/100,000, with males higher than females, and the highest incidence of PEM in people younger than 5 years old (4402.5/100,000), followed by 80-84 years old, and after 5 years old, its incidence increased with increasing age in both sexes. The results of the standardized incidence rate of PEM in China showed that the standardized incidence rate of PEM in China showed a decreasing trend from 1990 to 1995 and from 2010 to 2014. The results of the age-specific incidence rate of PEM in China showed that the population younger than 5 years of age declined at an average annual change of 2.1% from 1990 to 2019, and the remaining age groups showed an overall stable upward trend in the average annual change. The prediction results by ARIMA model showed that the incidence rate of PEM in China will reach 7280.06/100,000 by 2029. **Conclusion** Since 1990, the incidence of PEM in China has been showing a steady increasing trend. And the incidence rate will continue to increase in mainland China by 2029. This study will provide a reference for the development of relevant policies and provide a basis for PEM prevention.

【Keywords】 Protein-energy malnutrition; Morbidity; Trends; Joinpoint regression model; ARIMA model

世界卫生组织将营养不良定义为，“能量、营养物质的供应和身体对其需求以维持、生长和特定功能之间的细胞差异”。营养不良对发展中国家产生了不利影响，也是全球造成疾病和死亡的风险因素。蛋白质-能量营养不良（Protein-energy malnutrition，PEM）是常见的营养缺乏症之一，一般影响 1~5 岁的婴儿，由于大脑和神经的发育不良使得这种影响会持续到成年，长久的能量和营养物质的供应不足也更增加了感染的几率，甚至导致死亡[1]。PEM 患者出现类似低血糖、体温过低、严重感染和电解质紊乱等问题的风险较高。PEM 也会导致早产、传染性疾病和寄生虫病等。人体测量指标，如身高、体重、皮肤褶皱厚度和手臂围等，被认为是 PEM 的重要指标[2]。本研究利用 2019 年全球疾病负担（GBD）数据，分析了 2019 年中国 PEM 疾病现状，估计了 1990~2019 年的发病率趋势，并预测到 2029 年中国 PEM 的未来趋势。本研究将会为制定相关政策提供参考，为 PEM 的预防提供依据。

1.资料与方法

1.1 资料来源

本研究中的数据来源于 2019 年全球疾病负担（GBD 2019），该数据库提供了 1990 年至 2019 年 204 个国家和地区因 369 种疾病和伤害、87 个危险因素和危险因素组合而分列的伤残寿命损失年(YLD)、早死亡寿命损失年(YLL)和伤残调整寿命年(DALY)。其中的率均采用世界标准人口进行年龄标准化。从该数据库中获取了 1990 年至 2019 年中国不同年龄段的 PEM 发病和死亡指标。

1.2 疾病定义和编码

蛋白质-能量营养不良（PEM）包括中度和重度急性营养不良，通常被称为 "消瘦"，并以世卫组织 2006 年儿童生长标准的体重-身高 Z 值（WHZ）来定义。将非致命性 PEM 的负担量化为四个相互排斥和共同详尽的类别。反映了可能发生的不同等级的类别：中度消瘦而无水肿（WHZ<-2SD 至<-3SD），中度消瘦伴水肿（WHZ<-2SD 至<-3 SD），严重消瘦而无水肿（WHZ<-3SD），以及严重消瘦伴水肿（WHZ<-3SD）。包括水肿在内的各种类别的总和通常称为恶性营养不良的疾病状态，严重消瘦也可等同于消瘦。对于 PEM 的 ICD 10 代码为 E40-E46.9，E64.0，ICD 9 代码为 260-263.9。将发病数据分为 18 个年龄组（＜5 岁，5~9 岁，以此类推至 80~84 岁和 85 岁以上）[3]。

1.3 研究方法

1.3.1 Joinpoint 回归模型

使用 Joinpoint Regression Program 4.9.0.0 软件，利用 2019 年全球疾病负担（GBD 2019）调查的数据，对 1990 年至 2019 年各年龄段的 PEM 发病率和年龄标准化发病率进行趋势分析。用年度百分比变化（Annual percentage change，APC）和年度平均百分比变化（Average annual percentage change，AAPC）以及 95%置信区间（Confidence interval,CI）来描述每个指标的趋势。APC＞0 表示发病率逐年上升，APC＜0 表示发病率逐年下降，如果 APC=AAPC，趋势曲线没有连接点，表明患病率呈单调上升或下降趋势。本研究中的数据跨越了 30 年，所以连接点的最大数量是 5 个。为了使数据适合对数线性模型，置换检验的 α 值被设定为 0.05，置换次数为 4499 次。计算了每个区段的 APC 和 AAPC，以及 95% CI。P 值<0.05 表示差异有统计学意义[4,5]。

、

1.3.2 ARIMA 模型

自回归求和移动平均模型 (Autoregressive integrated moving average model,ARIMA)是一种时间序列预测方法。当前已广泛应用，它通过拟合数据的变化特征来预测事件的未来趋势，形成一个具有良好准确性和效果的时间序列。ARIMA(p、d、q) 模型的三个参数，p 为自回归(AR)阶数，q 为偏自回归(MA)阶数，d 为使数据平稳所需差分的次数。时间序列 ARIMA 模型建模主要分为平稳性检验、确定参数、模型检验和模型预测[6-8]。

1.4 统计学分析

采用 GraphPad Prism 8.0.2 对 2019 年 PEM 发病率现状进行描述，采用 Joinpoint Regression Program 4.9.0 软件对 1990~2019 年 PEM 各年龄段发病率以及年龄标准化发病率进行趋势分析。利用 SPSS 14.0 对 2020~2029 年中国 PEM 的发病率进行预测。

2.结果

2.1 中国 2019 年 PEM 发病率现状

2019 年中国全人群 PEM 标化发病率为 1996.5/10 万，男性（2444.7/10 万）高于女性（1536.0/10 万）。标化发病率低于全球(2099.4/10 万)，但男性 PEM 发病率高于全球(2304.0/10 万)。小于 5 岁人群 PEM 发病率最高(4402.5/10 万)，其次是 80~84 岁（2417.7/10 万）。5 岁以后，无论男女其发病率均随年龄的不断增加而增高，男性仍大于女性。（图 1）

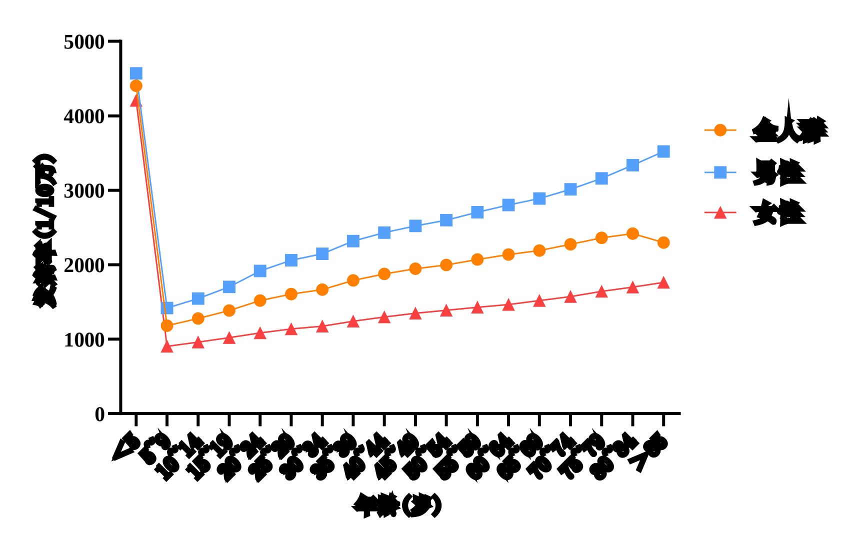


图 1 2019 年中国 PEM 年龄别发病率

Figure 1 Age-specific prevalence of PEM in China, 2019

2.1 中国 1990~2019 年 PEM 标化发病率趋势的 Joinpoint 回归分析

中国 PEM 标化发病率结果显示：标化发病率整体趋势呈现 6 个拐点，分别在 1995、2006、2010、2014、2017 和 2019 年。1990~1995 年和 2010~2014 年中国 PEM 标化发病率呈下降趋势，APC 分别为-1.3%和-2.3%。1995~2010 年间，中国 PEM 标化发病率均呈现上升趋势，APC 分别为 0.9%和 2.5%。2017~2019 年标化发病率的增长趋势最为显著，APC 为 8.9%。2014~2017 年 APC 差异无统计学意义，表明在此期间的发病率没有明显变化。标化发病率 AAPC 为 0.7%，表明 1990~2019 年中国的 PEM 标化发病率以年平均变化 0.7%的速度上升。（表 1，图 2）

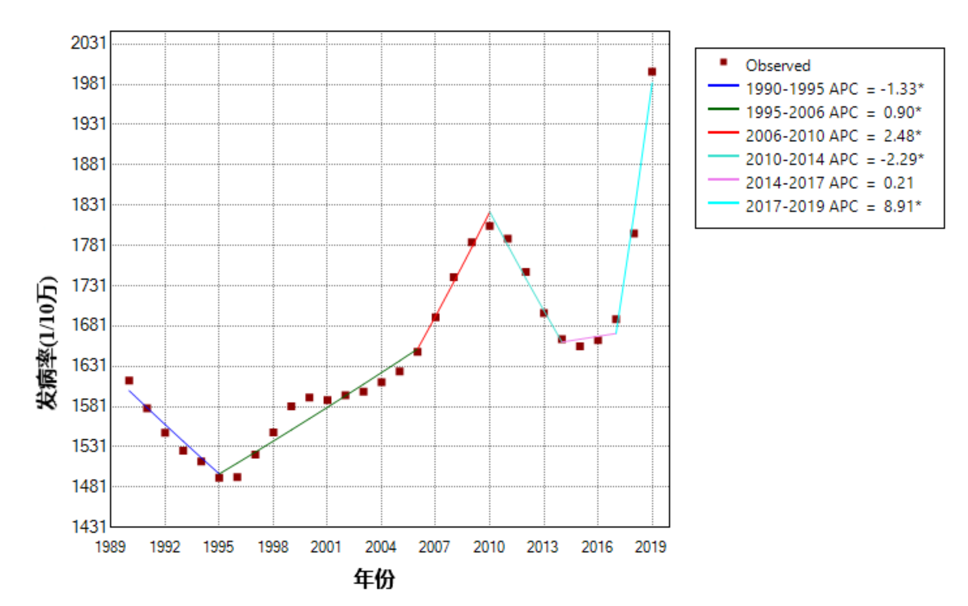


图 2 1990~2019 年中国 PEM 标化发病率 Joinpoint 趋势分析

Figure 2 Joinpoint trend analysis of the incidence of PEM speciation in China from 1990 to 2019

表 1 1990~2019 年中国 PEM 年龄标准化发病率趋势

Table 1 Trends in age-standardized incidence of PEM in China from 1990 to 2019

年份	APC(%)	95%*CI*	AAPC(%)	95%*CI*
1990~1995	-1.3*	-1.9~-0.7	0.7*	0.3~1.1
1995~2006	0.9*	0.7~1.1		
2006~2010	2.5*	1.1~3.9		
2010~2014	-2.3*	-3.6~-1.0		
2014~2017	0.2	-2.4~2.9		
2017~2019	8.9*	6.0~11.9		

*说明在 α= 0.05 的水平下，APC/AAPC 与 0 有显著差异。

2.2 中国 1990~2019 年 PEM 年龄别发病率的 Joinpoint 回归分析

中国 PEM 年龄别发病率结果显示：1990~2019 年小于 5 岁的人群以年平均变化 2.1%的速度下降，其余各年龄段年均变化呈现整体平稳上升趋势。各年龄段在 2017~2019 年的 APC 均最大，且均大于 0，呈逐年上升趋势。2010~2014 年 5~29 岁中的这 5 个年龄段其 PEM 发病率呈下降趋势，APC 分别为-6.0%，-5.2%，-3.5%，-2.6%，-2.4%，30~34 岁及 35~39 岁和 40~44 岁在 2010~2017 年，2010~2014 年和 2010~2016 年 PEM 发病率也呈下降趋势，其 APC 分别为-1.1%，-1.5%，-0.7%（均有统计学意义）。45~69 岁中的五个年龄段，在 2010~2014 年呈下降趋势，其 APC 无统计学意义。70~84 岁中的三个年龄段，PEM 发病率在 1990~2019 年每个时间间隔均呈上升趋势。

表 2 1990~2019 年中国各年龄段人群发病率 Joinpoint 趋势

Table 2 Joinpoint trends in incidence rates by age group in China from 1990 to 2019

年龄(岁)	年份(年)	APC(%)/95%CI	AAPC(%)/95%CI	年龄(岁)	年份(年)	APC(%)/95%CI	AAPC(%)/95%CI
＜5	1990~1994	-7.2*(-9.1~-5.2)	-2.1*(-2.5~-1.7)	5~9	1990~1995	1.7*(1.4~2.0)	2.3*(2.1~2.5)
	1994~2003	-2.3*(-3.0~-1.6)			1995~2001	4.9*(4.6~5.3)	

`

	2003~2019	-0.7*(-0.9~-0.4)			2001~2010	2.8*(2.6~3.0)	
					2010~2014	-6.0*(-6.6~-5.3)	
					2014~2017	-1.0(2.4~0.4)	
					2017~2019	17.3*(15.7~19.0)	
10~14	1990~1995	1.8*(1.6~2.0)	2.3*(2.1~2.4)	15~19	1990~1995	1.8*(1.4~2.3)	2.2*(1.9~2.6)
	1995~2000	4.4*(4.1~4.7)			1995~1999	4.2*(3.2~5.2)	
	2000~2010	3.0*(3.0~3.1)			1999~2010	2.8*(2.7~3.0)	
	2010~2014	-5.2*(-5.6~-4.7)			2010~2014	-3.5*(-4.5~-2.6)	
	2014~2017	-0.6(-1.6~0.4)			2014~2017	-0.6(-2.5~1.4)	
	2017~2019	15.1*(14.0~16.3)			2017~2019	13.0*(10.8~15.2)	
20~24	1990~1995	2.0*(1.6~2.3)	2.3*(2.1~2.5)	25~29	1990~1995	1.9*(1.2~2.5)	2.2*(1.8~2.7)
	1995~1999	4.0*(3.2~4.8)			1995~1998	4.1*(1.2~7.0)	
	1999~2010	2.5*(2.4~2.7)			1998~2010	2.6*(2.4~2.8)	
	2010~2014	-2.6*(-3.3~-1.9)			2010~2014	-2.4*(-3.8~-1.1)	
	2014~2017	0.4(-1.0~1.9)			2014~2017	0.4(-2.3~3.3)	
	2017~2019	11.6*(9.9~13.3)			2017~2019	11.1*(8.0~14.2)	
30~34	1990~1995	1.8*(1.3~2.2)	2.1*(1.9~2.4)	35~39	1990~2001	2.6*(2.4~2.7)	2.2*(1.8~2.6)
	1995~1999	3.6*(2.5~4.7)			2001~2005	1.3*(0.1~2.5)	
	1999~2005	2.0*(1.5~2.4)			2005~2010	3.6*(2.8~4.4)	
	2005~2010	3.0*(2.3~3.7)			2010~2014	-1.5*(-2.6~-0.3)	
	2010~2017	-1.1*(-1.5~-0.8)			2014~2017	0.8(-1.5~3.2)	
	2017~2019	10.1*(7.8~12.5)			2017~2019	8.3*(5.8~10.8)	
40~44	1990~1995	1.9*(1.6~2.2)	2.1*(1.9~2.3)	45~49	1990~2000	2.4*(2.3~2.6)	2.1*(1.8~2.5)
	1995~1999	3.5*(2.8~4.2)			2000~2005	1.2*(0.5~1.9)	
	1999~2005	1.3*(0.9~1.6)			2005~2010	3.4*(2.7~4.2)	
	2005~2010	3.3*(2.8~3.7)			2010~2014	-0.9(-2.0~0.3)	
	2010~2016	-0.7*(-1.0~-0.4)			2014~2017	1.0(-1.3~3.4)	
	2016~2019	5.9*(5.2~6.7)			2017~2019	7.4*(5.0~9.9)	
50~54	1990~2001	2.2*(2.0~2.3)	2.0*(1.6~2.3)	55~59	1990~2000	2.2*(2.1~2.3)	1.9*(1.7~2.1)
	2001~2005	0.6(-0.4~1.7)			2000~2005	0.6*(0.1~1.1)	
	2005~2010	3.6*(2.9~4.3)			2005~2010	3.5*(3.0~4.0)	
	2010~2014	-0.6(-1.6~0.5)			2010~2014	-0.2(-0.9~0.5)	
	2014~2017	1.0(-1.2~3.1)			2014~2017	1.0(-0.5~2.4)	
	2017~2019	6.3*(4.0~8.5)			2017~2019	5.8*(4.3~7.4)	
60~64	1990~2000	2.2*(2.1~2.4)	1.9*(1.7~2.1)	65~69	1990~2000	2.2*(2.1~2.3)	1.8*(1.7~2.0)
	2000~2005	0.3(-0.1~0.8)			2000~2005	0.4*(0.1~0.7)	
	2005~2010	3.5*(3.0~4.0)			2005~2010	3.5*(3.2~3.8)	
	2010~2014	-0.2(-0.9~0.6)			2010~2014	-0.0(-0.5~0.5)	
	2014~2017	1.0(-0.4~2.5)			2014~2017	1.0(-0.0~2.0)	

	2017~2019	5.5*(4.0~7.0)			2017~2019	4.5*(3.5~5.5)	
70~74	1990~2000	2.2*(2.1~2.3)	1.8*(1.7~2.0)	75~79	1990~2000	2.0*(1.9~2.0)	1.8*(1.8~1.9)
	2000~2005	0.3(-0.1~0.7)			2000~2005	0.3*(0.0~0.5)	
	2005~2010	3.7*(3.4~4.1)			2005~2010	3.8*(3.6~4.1)	
	2010~2017	0.4*(0.2~0.6)			2010~2017	0.8*(0.7~0.9)	
	2017~2019	4.5*(3.3~5.8)			2017~2019	3.8*(3.1~4.6)	
80~84	1990~2000	1.9*(1.9~2.0)	1.8*(1.8~1.9)	＞85	1990~2000	1.5*(1.4~1.5)	1.6*(1.5~1.6)
	2000~2005	0.2*(0.1~0.3)			2000~2005	-0.3*(-0.5~-0.1)	
	2005~2010	4.0*(3.8~4.1)			2005~2010	3.8*(3.6~4.0)	
	2010~2017	1.0*(0.9~1.1)			2010~2016	0.3*(0.2~0.5)	
	2017~2019	4.0*(3.4~4.5)			2016~2019	3.7*(3.4~4.0)	

*说明在 α= 0.05 的水平下，APC/AAPC 与 0 有显著差异。

2.3 2020~2029 年中国 PEM 发病率预测

通过对 1990~2019 年的数据建立 ARIMA(1,2,0)模型，对 2020~2029 年 PEM 标化发病率进行预测。模型的残差均通白噪声检验，进行白噪声检验 Ljung-Box Q，结果 P ＝ 0.830 ＞0.05，选取的模型合适。R^2 为 0.974，该模型拟合程度好。利用该模型对我国 2020-2029 年 PEM 发病率进行预测，预测结果显示未来十年 PEM 发病率仍持续上升，2029 年可达 7280.06/10 万。

表 3 ARIMA(1,2,0)模型预测值

Table 3 Predicted values of ARIMA(1,2,0) model

年份	预测值(1/10 万)	95%下限	95%上限
2020	2280.32	2241.77	2280.32
2021	2637.44	2519.85	2755.03
2022	3059.19	2815.37	3303.02
2023	3537.93	3117.49	3958.36
2024	4066.89	3417.65	4716.14
2025	4640.15	3709.01	5571.29
2025	5252.45	3986.07	6518.83
2027	5899.17	4244.42	7553.91
2028	6576.23	4480.54	8671.92
2029	7280.06	4691.61	9868.50

3 讨论

中国经济的发展逐步加快了城市化的进程，生活方式以及饮食习惯的改变，使得人们日益增加了对营养健康问题的关注度[2]。研究显示发展中国家的 PEM 发病率比发达国家高，而 PEM 在低收入和受教育程度较低的人群中更为普遍[9]。评估中国 PEM 的发病趋势变化对制定防治政策具有指导意义。在本研究中，我们分析了 2019 年中国 PEM 的发病率现状，以及 1990~2019 年的发病趋势。

本研究发现，2019 年中国小于 5 岁人群 PEM 发病率最高。在儿童生长发育期间，PEM 的影响可能是长期且不可恢复的。特别是大脑发育的关键时期，营养不良与大脑的结构和功能有关，可导致生长迟缓，髓鞘形成延迟等损伤，大脑功能的长期改变也与营养不良相关的认知障碍有关[2,10]。从年龄趋势来看，1990~2019 年小于 5 岁的人群发病率逐渐下降。这表明过去的 30 年，中国为儿童营养健康的付出有所成效。仍要坚持加强对营养健康的宣教，对婴儿及时添加辅食，为儿童的生长和发育提供必要的物质基础。

PEM 多为继发性，可由营养物质的摄入不足/丢失增加，或者蛋白质合成减少/分解增加引起。在我国较为贫困的农村地区，由于摄入不足导致的儿童营养问题，或是由于基础疾病导致过度消耗的老年人可能是主要的发病群体[11]。在我们的研究显示，2019 年中国 PEM 发病率第二位的人群是 80~84 岁，且 5 岁以后，无论男女其发病率均随年龄的不断增加而增高。有研究显示，营养不良的风险随着年龄的增加而增加，主要是由于营养摄入不足，这样的问题普遍存在于独居高龄老年人。由于疾病和食欲的变化，食物摄入量往往会随着衰老而减少[12,13]，更加会导致营养不良的发生。PEM 可表现为肌肉减少，体重减轻等，肌肉质量占体重的 40%，蛋白质也是肌肉不可缺少的一部分，随着年龄的增加，50 岁以后，每年约有 1-2%的肌肉质量减少，而这种肌肉质量的损失尤其体现在男性。这便会严重影响到老年人的活动能力以及生活质量[14,15]。我们发现 70~84 岁人群，在 1990~2019 年各年份间隔 PEM 发病率均呈上升趋势。这说明老年人群体的营养健康问题仍然面临很大挑战。部分 PEM 发生在住院患者，由于大多数住院的老年人至少有一种或多种疾病，慢性疾病的存在加大了 PEM 的风险，而这两者又相互促进[16]。PEM 也可能发生在有大量炎症反应的重症患者中，比如脓毒症。PEM 不仅增加了发生脓毒症的可能性，而且多年来 PEM 患者对脓毒症死亡率的改善较少。对脓毒症住院患者进行早期和定期的营养筛查尤为重要[17]。除此之外，不良营养状况和卒中后功能表现之间存在因果关系，PEM 可能通过多种机制和系统对脑卒中后的恢复产生影响[18,19]。还有慢性肾脏病（Chronic kidney disease，CKD）[20]，心力衰竭（Heart failure，HF）[21]等疾病的高发病率甚至死亡率均与 PEM 有关。因此，要对住院患者个性化护理以及及时进行营养服务，尽可能协助全面康复。在老年人中，也存在营养知识缺陷，对自身蛋白质的需求以及饮食与健康的关系不了解，改善老年人饮食模式也很有必要[22]。 最后，我们的预测结果显示未来十年 PEM 发病率仍持续上升，随着中国人口老龄化，患有 PEM 的老年人数量可能将会增加，这可能导致了 PEM 发病率的增加。

PEM 的发生和严重程度都与社会经济发展有关[1]。通过对 PEM 发病率趋势的分析，反映了 PEM 对卫生系统的经济负担。我们的研究结果能够使认识到制定营养政策的重要性，为 PEM 的预防提供依据。

作者贡献：王红心，樊文龙，杨晓雨提出研究思路、目的、方法及研究题目；王红心起草并撰写论文；王红心，樊文龙和杨晓雨收集数据并进行整理；陈东宇，黄巧，潘素跃，王朴和胡敏仔细审校数据分析过程，并对论文结果进行分析和解读；全体作者参与论文修改和审校；王红心和何玉清负责最终版本修订，并对论文整体负责。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] GULERIA P, KUMAR V, GULERIA S. Genetic Engineering: A Possible Strategy for Protein-Energy Malnutrition Regulation[J]. Molecular Biotechnology, 2017;59(11-12):499-517. DOI:10.1007/s12033-017-0033-8.

[2] BATOOL R, BUTT MS, SULTAN MT, et al. Protein-energy malnutrition: a risk factor for various ailments[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2015;55(2):242-253. DOI:10.1080/10408398.2011.651543

[3] DEREJE N . Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. The Lancet, 2020, 396. (10258):1204-1222. DOI:10.1016/S0140-6736(20)30925-9.

[4] 肖瑛,钟晨晖,魏凤华,等.2004—2018 年湖北省人群血吸虫病流行趋势 Joinpoint 回归分析[J].中国血吸虫病防治杂志,2022,34(02):122-127. DOI:10.16250/j.32.1374.2022011.XIAO Y,ZHONG CH,WEI FH, et al. Joinpoint regression analysis of the epidemiological trend of schistosomiasis in the population of Hubei Province from 2004-2018[J]. Chinese Journal of Schistosomiasis Control, 2022,34(02):122-127. DOI:10.16250/j.32.1374.2022011.

[5] 高慧,陈馨馨,姜玉,等.2010—2017 年基于 Joinpoint 回归模型上海长宁区中小学生伤害趋势分析[J].公共卫生与预防医学,2021,32(05):24-27.DOI: 10.3969/j.issn.1006-2483.2021.05.006.GAO H,CHEN XX,JIANG Y, et al. Analysis of injury trends among primary and secondary school students in Changning District, Shanghai based on Joinpoint regression model from 2010-2017[J]. Public Health and Preventive Medicine, 2021,32(05):24-27. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2483.2021.05.006.

[6] 李志超,刘升.基于 ARIMA 模型、灰色模型和回归模型的预测比较[J].统计与决策,2019,35(23):38-41. DOI:

10.13546/j.cnki.tjyjc.2019.23.007.LI ZC,LIU S. Comparison of forecasting based on ARIMA model, gray model and regression model[J]. Statistics and Decision Making,2019,35(23):38-41.DOI: 10.13546/j.cnki.tjyjc.2019.23.007.

[7] 徐杰茹,陈磊,王冕,等.1990—2019 年中国女性卵巢癌发病趋势分析与预测[J].现代预防医学,2021,48(19):3457-3460+3470. XU JR,CHEN L,WANG M, et al. Trend analysis and prediction of ovarian cancer incidence in Chinese women from 1990-2019[J]. Modern preventive medicine, 2021,48(19):3457-3460+3470.

[8] 赵创艺,袁空军,杨媛,等.基于 ARIMA 与 NNAR 模型的中国慢性阻塞性肺疾病疾病负担预测研究[J].中国全科医学,2022,25(16):1942-1949.DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0045 .ZHAO CY,YUAN KJ,YANG Y, et al. A study on predicting the burden of chronic obstructive pulmonary disease in China based on ARIMA and NNAR models[J]. China General Medicine,2022,25(16):1942-1949.DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0045 .

[9] 岳雅琪,沈娟,顾雅芳,等.上海某社区 0～24 月龄婴幼儿营养不良现况分析[J].社区医学杂志,2018,16(18):1382-1384+1388.DOI: CNKI:SUN:SQYX.0.2018-18-003.YUE YQ,SHEN J,GU YF, et al. Analysis of the current situation of malnutrition in infants and young children aged 0-24 months in a community in Shanghai[J]. Journal of Community Medicine,2018,16(18):1382-1384+1388.DOI: CNKI:SUN:SQYX.0.2018-18-003.

[10] 张芳霞,胡颖,宋亚楠,等.遵义地区 1 岁以下农村留守儿童蛋白质-能量营养不良状况调查及影响因素分析[J].中国全科医学,2021,24(11):1406-1409. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.00.137.ZHANG FX,HU Y,SONG YN, et al. Investigation of protein-energy malnutrition in rural left-behind children under 1 year old in Zunyi area and analysis of influencing factors[J]. Chinese general medicine,2021,24(11):1406-1409. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.00.137.

[11] 范建桢,魏红,汪亚文,等.成年维持性血液透析病人蛋白质-能量消耗研究进展[J].护理研究,2019,33(02):302-305.DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2019.02.028.FAN JZ,WEI H,WANG YW, et al. Advances in the study of protein-energy consumption in adult maintenance hemodialysis patients[J]. Nursing Research,2019,33(02):302-305.DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2019.02.028.

[12] DWYER JT, GAHCHE JJ, WEILER M, et al. Screening Community-Living Older Adults for Protein Energy Malnutrition and Frailty: Update and Next Steps[J]. Journal of community health, 2020;45(3):640-660. DOI:10.1007/s10900-019-00739-1

[13] KAIPAINEN T, HARTIKAINEN S, TIIHONEN M, et al. Effect of individually tailored nutritional counselling on protein and energy intake among older people receiving home care at risk of or having malnutrition: a non-randomised intervention study[J]. BMC Geriatr. 2022;22(1):391. Published 2022 May 4. DOI:10.1186/s12877-022-03088-2

[14] SIEBER CC. Malnutrition and sarcopenia[J]. Aging Clinical and Experimental Research, 2019;31(6):793-798. DOI:10.1007/s40520-019-01170-1

[15] MATHEWSON SL, AZEVEDO PS, GORDON AL, et al. Overcoming protein-energy malnutrition in older adults in the residential care setting: A narrative review of causes and interventions[J]. Ageing Research Reviews, 2021;70:101401. DOI:10.1016/j.arr.2021.101401

[16] LEIJ-HALFWERK S, VERWIJS MH, VAN HOUDT S, et al. Prevalence of protein-energy malnutrition risk in European older adults in community, residential and hospital settings, according to 22 malnutrition screening tools validated for use in adults ≥65 years: A systematic review and meta-analysis[J]. Maturitas, 2019;126:80-89. DOI:10.1016/j.maturitas.2019.05.006

[17] ADEJUMO AC, AKANBI O, PANI L. Protein Energy Malnutrition Is Associated with Worse Outcomes in Sepsis-A Nationwide Analysis[J]. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 2019;119(12):2069-2084. DOI:10.1016/j.jand.2019.04.019

[18] MATWEE LK, ALAVERDASHVILI M, MUIR GD, et al. Preventing protein-energy malnutrition after cortical stroke enhances recovery of symmetry in forelimb use during spontaneous exploration[J]. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2020;45(9):1015-1021. DOI:10.1139/apnm-2019-0865

[19] ALAVERDASHVILI M, CAINE S, LI X, et al. Protein-Energy Malnutrition Exacerbates Stroke-Induced Forelimb Abnormalities and Dampens Neuroinflammation[J]. Translational Stroke Research, 2018;9(6):622-630. DOI:10.1007/s12975-018-0613-3

[20] OLIVEIRA EA, ZHENG R, CARTER CE, et al. Cachexia/Protein energy wasting syndrome in CKD: Causation and

treatment[J]. Seminars in Dialysis, 2019;32(6):493-499. DOI:10.1111/sdi.12832

[21] ADEJUMO AC, ADEJUMO KL, ADEGBALA OM, et al. Protein-Energy Malnutrition and Outcomes of Hospitalizations for Heart Failure in the USA[J]. American Journal of Cardiology, 2019;123(6):929-935. DOI:10.1016/j.amjcard.2018.12.014

[22] SCHOLES G. Protein-energy malnutrition in older Australians: A narrative review of the prevalence, causes and consequences of malnutrition, and strategies for prevention[J]. Health Promotion Journal of Australia, 2022;33(1):187-193. DOI:10.1002/hpja.489

`